

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018802

International filing date: 16 December 2004 (16.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-422142
Filing date: 19 December 2003 (19.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10.02.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 1 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 2 2 1 4 2
Application Number:

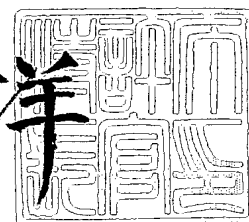
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 4 2 2 1 4 2]

出 願 人 株 式 会 社 安 川 電 機
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 P046872
【提出日】 平成15年12月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02M 5/297
【発明者】
 【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
 【氏名】 山本 栄治
【発明者】
 【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
 【氏名】 原 英則
【発明者】
 【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内
 【氏名】 江口 公一
【特許出願人】
 【識別番号】 000006622
 【氏名又は名称】 株式会社安川電機
【代理人】
 【識別番号】 100105647
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小栗 昌平
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100105474
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 本多 弘徳
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108589
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 市川 利光
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100115107
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高松 猛
 【電話番号】 03-5561-3990
【選任した代理人】
 【識別番号】 100090343
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗宇 百合子
 【電話番号】 03-5561-3990
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013930
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1



【包括委任状番号】 0002919

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

三相交流電源の各相と三相出力の電力変換器の各相とを電流が一方向だけ流せる片方向半導体スイッチを 2 個組合わせた構成で、且つ、各々が独立にオンオフできる構成とする双方向半導体スイッチで直接接続する電力変換器である P W M サイクロコンバータの入力電圧検出方法において、

三相交流電源の位相を検出する入力電源電圧位相検出器と、前記三相交流電源と前記入力電源電圧位相検出器により検出した位相より前記三相交流電源の大きさを最大値と最小値の差で表す疑似直流母線電圧として検出する疑似直流母線電圧検出器と、前記疑似母線電圧の実効値と前記入力電圧の位相より入力電圧の理想値を演算する理想入力電圧演算器と、前記演算された入力電圧の理想値に対して上下限の許容幅を演算する入力電圧上下限演算器と、前記疑似直流母線電圧検出器で検出された電圧値と前記入力電圧上下限演算器で演算された上下限の許容幅を比較する電圧比較器と、を有し、前記疑似直流母線電圧検出器で検出された電圧値が前記入力電圧上下限演算器により演算された上下限の許容幅以内になるように前記電圧比較器の出力を調整することを特徴とする P W M サイクロコンバータの入力電圧検出方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の P W M サイクロコンバータにおいて前記疑似直流母線電圧検出器の出力と前記入力電源電圧位相検出器の出力から前記三相交流電源の異常を検出する電源異常検出器を具備して入力電圧の異常を検出することを特徴とする P W M サイクロコンバータの入力電圧検出方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】PWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流電源から任意の周波数へ出力変換可能な電力変換装置の制御方法に関し、特にパルス幅変調（PWM）制御方式を用いたPWMサイクロコンバータの制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の、PWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法としては、例えば、特許文献1に開示の「PWMサイクロコンバータおよびその制御方法」が挙げられる。通常、PWMサイクロコンバータでは欠相、停電、電源不平衡などの入力電源に異常が発生した場合、ゲートブロックにより双方向スイッチング素子をオフにして運転を停止するようにしているが、特許文献1は、特に瞬停などによる電源異常時に運転を停止した場合、復電後に速やかに運転を継続できるようにするものである。図14は特許文献1に開示のPWMサイクロコンバータの瞬時電圧位相を計算する計算フロー図である。PWMサイクロコンバータの電源異常時には、入力電圧の瞬時値より位相計算が行われるが、図14に示すように、電源1周期 360° を 30° 単位に12分割して、先ず、位相区間1と区間2を判別するには、入力電圧 V_r の正負を判別し、 $V_r \geq 0$ ならば、 V_s の正負を判別する。 $V_s \geq 0$ ならば、次に、 $V_r - V_s$ の正負を判別する。その結果 $V_r - V_s \geq 0$ ならば、区間1と判定し、 $V_r - V_s < 0$ ならば区間2となる。同様に残りの区間も V_r 、 V_s 、 V_t の大小関係から全て求めることができる。このようにして得られる瞬時位相を用いて、瞬停時のゲートブロックが復電後に解除されるまでの間の突入電流を回避するようにタイミング制御を行っている。

一方、電源異常時のゲートブロックによって生ずる、大きなサージ電圧に対する保護対策等としては、例えば、特許文献2に開示の「PWMサイクロコンバータの保護装置およびその保護方法」を1例として挙げることができる。図15はそのPWMサイクロコンバータの保護装置の構成図であり、電源電圧検出部122は電源電圧を入力して、電源電圧の位相と電源電圧の瞬時値を出力し、コントローラ123は片方向スイッチ群103～120のゲート信号 G_{1xy} 、 C_{1yx} （ $x=r, s, t, y=u, v, w$ ）を作成する。

一方、故障検出手段として電圧情報検出部130が r, s, t 相の最大値、最小値を検出して入力異常を判断すると、保護ゲート信号発生部150は入力電圧情報に基づいて保護処理用ゲート信号 G_{2xy} 、 G_{2yx} を作成し、ゲート信号合成部124より G_1 （ G_{1xy} 、 G_{1yx} ）、と G_2 （ G_{2xy} 、 G_{2yx} ）の論理和を出力してゲートドライバ125により18個の片方向スイッチ103～120をオン・オフ制御するものである。

これによって、運転異常時にPWMサイクロコンバータを遮断する場合等に、出力側が開放になっても、例えば、保護用のゲート信号 G_2 によって選択的に片方向スイッチの一部をオンさせ、疑似的にインバータ主回路の回生回路と同様な動作状態を現出させることによって、出力側のサージ電圧を入力側へ回生させる等の処理により遮断時の保護処理を行うことができる。

【特許文献1】特開2003-309974号公報（第3～4頁、図9）

【特許文献2】特開2000-139076号公報（第4～5頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1、特許文献2等の従来のPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法は、入力電圧の瞬時値を用いていたため、入力電圧に共振や瞬時短絡が発生した場合、出力電圧演算に誤差を生じ、実際に出力される電圧と指令電圧が異なるという問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、入力電圧の急激な変動に対し

て、安定して運転を継続できるPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記問題を解決するため、請求項1に記載の発明は、三相交流電源の各相と三相出力の電力変換器の各相とを電流が一方向だけ流せる片方向半導体スイッチを2個組合わせた構成で、且つ、各々が独立にオンオフできる構成とする双方向半導体スイッチで直接接続する電力変換器であるPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法において、三相交流電源の位相を検出する入力電源電圧位相検出器と、前記三相交流電源と前記入力電源電圧位相検出器により検出した位相より前記三相交流電源の大きさを最大値と最小値の差で表す疑似直流母線電圧として検出する疑似直流母線電圧検出器と、前記疑似母線電圧の実効値と前記入力電圧の位相より入力電圧の理想値を演算する理想入力電圧演算器と、前記演算された入力電圧の理想値に対して上下限の許容幅を演算する入力電圧上下限演算器と、前記疑似直流母線電圧検出器で検出された電圧値と前記入力電圧上下限演算器で演算された上下限の許容幅を比較する電圧比較器と、を有し、前記疑似直流母線電圧検出器で検出された電圧値が前記入力電圧上下限演算器により演算された上下限の許容幅以内になるように前記電圧比較器の出力を調整することを特徴としている。

また、請求項2に記載の発明は、請求項1記載のPWMサイクロコンバータにおいて前記疑似直流母線電圧検出器の出力と前記入力電源電圧位相検出器の出力から前記三相交流電源の異常を検出する電源異常検出器を具備して入力電圧の異常を検出することを特徴としている。

【発明の効果】

【0005】

請求項1に記載の発明によれば、入力電圧の急激な変動に対して、安定して運転を継続できるPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法を提供することができる。

また、請求項2に記載の発明によると、PWMサイクロコンバータの主回路部品を破壊に至るような入力電圧の急激な変動に対しては、即座に入力電源電圧の異常を検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0007】

図1は、本発明に係るPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法のブロック図である。

図1において、三相電源1と双方向スイッチS1～S9からなる双方向スイッチ群3の間には入力フィルタ2を具備し、双方向スイッチ群3の出力は負荷L1～L3に接続されている。入力フィルタ2と双方向スイッチ群3とでPWMサイクロコンバータの主回路を構成する。入力フィルタ2の入力側（一次側）から電圧を検出し、入力電源電圧位相、大きさ検出器4により、PWMサイクロコンバータを制御するために必要な、入力電圧値5と入力電圧位相6を検出し、制御コントローラ7に入力される。制御コントローラ7では、双方向スイッチS1～S9のスイッチング時間を演算し、駆動回路8に伝える。

駆動回路8は、双方向スイッチS1～S9を駆動する。なお、入力電源電圧位相、大きさ検出器4、制御コントローラ7、駆動回路8とによってPWMサイクロコンバータ制御器9を構成している。

図2は図1に示す入力電源電圧位相、大きさ検出器の詳細ブロック図である。

図2において、入力図1の中の電源電圧であり、出力は入力電圧値5と入力電圧位相6である。電源電圧から、入力電圧の位相検出回路41にて入力電圧位相6を検出する。

入力電圧の位相検出回路41で求められた位相と電源電圧から、疑似直流母線電圧検出回路42により疑似直流母線電圧が検出される。疑似直流母線電圧は、入力電圧の実効値

検出回路 43 にて入力電圧の実効値が演算され、この入力電圧の実効値と入力電圧位相 6 とから、理想入力電圧演算器 44 にて、入力電圧の理想値が演算される。

入力電圧の理想値は、入力電圧上下限演算器 45 にて、入力電圧の理想値に対して、ある幅をもった上下限值が演算される。電圧値比較器 46 では、擬似直流母線電圧検出回路 42 から演算された擬似直流母線電圧と入力電圧上下限演算器 45 から演算された入力電圧の理想値に対して、ある幅をもった上下限值を比較し、入力電圧の理想値内に擬似直流母線電圧を制限し、入力電圧値 5 として出力する。

【0008】

ここで、本発明が対象としている PWM サイクロコンバータの基本的な制御方法について図 3～5 を用いて説明する。

図 3 は入力電圧の瞬時値と、擬似直流母線電圧と入力電圧位相の関係を示す波形である。図 3 中、入力電圧の項には、VR, VS, VT の三相電圧が示されている。次の入力電圧の最大値と最小値の項には、入力電圧の項で示された電圧のうち、最大の相を最大値 VMAX、最小の相を最小値 VMIN として示している。

擬似直流母線電圧の項は、最小値 VMIN を基準電位として最小値 VMIN から見た最大値 VMAX を示している。擬似直流母線電圧は、電源周波数に対して、6 倍の周波数を持った波形となる。また、次の VMAX - VMIN は、一般的なダイオード整流形のインバータの整流後の直流母線電圧に相当するので、ここでは、擬似直流母線電圧と呼ぶことにする。入力電圧位相の項では、入力電圧との位相関係を示している。ここでは VR の頂点を基準としているが、どこであってもかまわない。

図 4 は図 3 に示す区間 1 の入力電圧を拡大した波形を示す図である。

図 4 に示すように微小時間（通常数十マイクロ秒～数百マイクロ秒）においては、入力電圧の変化は非常に小さく、結果として擬似直流母線電圧もほぼ一定と考えることができる。もちろん微小時間の平均値を算出しして、その値を擬似直流母線電圧としてもよい。

図 5 は図 3 に示す擬似直流母線電圧を用いた出力電圧の発生方法を示す波形図である。図 5 において、最大値 VMAX - 最小値 VMIN で示す擬似直流母線電圧に対して、キャリア搬送波と電圧指令を比較し、電圧指令が大きい場合、出力線間電圧が出るように双方向スイッチ S1～S9 をスイッチングする。擬似直流母線電圧は、一定ではないので、同じ電圧指令でも出力線間電圧の幅は異なる。

ここで、一般的な PWM サイクロコンバータの使用形態を考察すると、図 6 は 1 つの三相電源 1 に複数の電力変換装置とその負荷が接続された状態を示す接続図であるが、図 6 の例のように 1 つの電源に対して複数の電力変換機を接続していることは、一般によく見られる使用形態といえる。

図 6 では、上段に PWM サイクロコンバータが接続され、中断にサイリスタ 12、下段に PWM コンバータ 14 とインバータ 15 が共通の三相電源 1 に接続されている。各電力変換装置には、入力段にフィルタ（それぞれ入力フィルタ 2, サイリスタ用入力フィルタ 11, PWM コンバータ用入力フィルタ 13）を具備し、出力に負荷（それぞれ負荷 L1～L3, サイリスタ負荷 L4, インバータ負荷 L5）がある。

このような接続形態では、各電力変換装置の入力段に具備したフィルタ回路構成と回路定数の組合せにより、入力電源電圧が歪む場合がある。

図 7 および図 8 は、電源電圧が歪んだ状態を示す波形である。

図 7 では、電源の全周期にわたって歪みが発生した例であり、図 8 では電源一周期のうち一部の期間に歪みが発生した例である。

図 7 のように全周期にわたって歪みが発生する要因としては、入力段に具備したフィルタ同士が共振する例が考えられる。図 8 のように一部の期間に歪みが発生する要因としては、各電力変換装置の電源投入時や、サイリスタ 12 の転流時の電源短絡、PWM コンバータ 14 のスイッチングなどが要因である。

【0009】

図 13 は本発明の図 2 の構成と比較するために示した従来の PWM サイクロコンバータの入力電源電圧位相、大きさ検出器 4 の内部ブロック図である。

従来例では、図13のように電源電圧から直接、入力電圧値5と入力電圧位相6を演算していた。従って、図13の場合には、図9に示す、図8で示された電源歪みが発生した場合の擬似直流母線電圧の波形のような歪みが発生する。図5で示したように、PWMサイクロコンバータの制御では、入力電圧の微小区間の擬似直流母線電圧の大きさと電圧指令から出力電圧を作成している。その際に、図9中の(A)で求めた擬似直流母線電圧では、入力電圧を実際より大きい値として検出し、図9中の(B)で求めた擬似直流母線電圧では、入力電圧を実際より小さい値として検出することになる。この結果、出力電圧は指令電圧に対して、(A)では小さく出力され、(B)では大きく出力されることになる。

これに対し、本発明では、図2に示されるように電圧値比較器46では、擬似直流母線電圧検出回路42から演算された擬似直流母線電圧と入力電圧上下限演算器45から演算された入力電圧の理想値に対して、ある幅をもった上下限値を比較し、入力電圧の理想値内に擬似直流母線電圧を制限し、入力電圧値5として用いる。図10に入力電圧上下限演算器45で演算される上限電圧値、下限電圧値の波形を示す。また、図11は、図8で示された電源歪みが発生した場合に電圧値比較器45によって上下限値が制限された入力電圧値5の波形を示す。これによって瞬時的な(A)、(B)等の歪みは吸収される。

なお、入力電圧上下限演算器45で演算される上下限値については、あらかじめ設定された固定値でも良いし、電源条件や同一電源に接続された電力変換装置による入力電圧の共振レベルに応じて、可変できるようにしてもよい。

【実施例2】

【0010】

図12は本発明の第2の実施形態に係るPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法のブロック図である。

PWMサイクロコンバータの制御に用いる入力電圧値5は、電圧値比較器46によって、実際の入力電圧と異なる場合がある。電力変換装置の保護という観点から、例えば双方向スイッチS1～S9の耐圧を超えるような入力電圧が印加された場合は、瞬時に運転を停止する必要がある。このため、擬似直流母線電圧検出回路42にて検出された入力電圧値を入力電圧異常検出回路47に輸入し、入力電圧の異常を検出する。入力電圧異常検出回路47では、入力電圧の位相検出回路41で検出された位相から入力電源周波数を演算し、あらかじめ設定された上下限周波数を越えた場合、電源電圧異常信号9を出力する。また、擬似直流母線電圧検出回路42で検出された電圧値に対してもあらかじめ設定された上下限電圧値を超えた場合、電源電圧異常信号9を出力する。

なお、入力電圧の位相検出回路41では、(1)三相電源のうち2相の電圧をトランスを介してコンパレータに輸入し、位相周波数比較器(PFD)、フィルタ、電圧制御発振器(VCO)、カウンタを経て位相データとする方法や、(2)コンパレータの出力の矩形波のエッジからエッジまでをタイマーによって計測する方法、(3)入力電圧の瞬時値をAD変換してCPUに取り込み、ソフトウェアで位相を検出する方法等のいずれかを採用することで、入力電圧の位相を検出している。

本発明は、PWMサイクロコンバータの制御に必要な入力電圧検出において、入力電圧の急激な変動に対して、安定して運転を継続でき、かつPWMサイクロコンバータの主回路部品を破壊に至るような入力電圧の急激な変動に対しては、即座に入力電源電圧の異常を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係るPWMサイクロコンバータの入力電圧検出方法のブロック図である。

【図2】図1に示す入力電源電圧位相、大きさ検出器の詳細ブロック図である。

【図3】図1に示す入力電圧の瞬時値と、擬似直流母線電圧と入力電圧位相の関係を示す図である。

【図4】図3に示す区間1の入力電圧を拡大した波形図である。

【図 5】図 3 に示す擬似直流母線電圧を用いた出力電圧の発生方法を示す波形図である。

【図 6】1 つの三相電源に複数の電力変換装置とその負荷が接続された状態を示す接続図である。

【図 7】図 3 に示す電源電圧が歪んだ状態を示す波形図である。

【図 8】図 3 に示す電源電圧の歪んだ状態を示す波形図である。

【図 9】図 8 に示す電源歪みが発生した場合の擬似直流母線電圧の波形図である。

【図 10】図 2 に示す入力電圧上下限演算器で演算される上限電圧値、下限電圧値の波形図である。

【図 11】図 8 に示す電源歪みが発生した場合に電圧値比較器によって上下限值が制限された入力電圧値の波形図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施形態に係る PWM サイクロコンバータの入力電圧検出方法のブロック図である。

【図 13】従来の PWM サイクロコンバータの入力電源電圧位相、大きさ検出器の内部ブロック図である。

【図 14】従来のサイクロコンバータの瞬時電圧位相を計算する計算フローを示す図である。

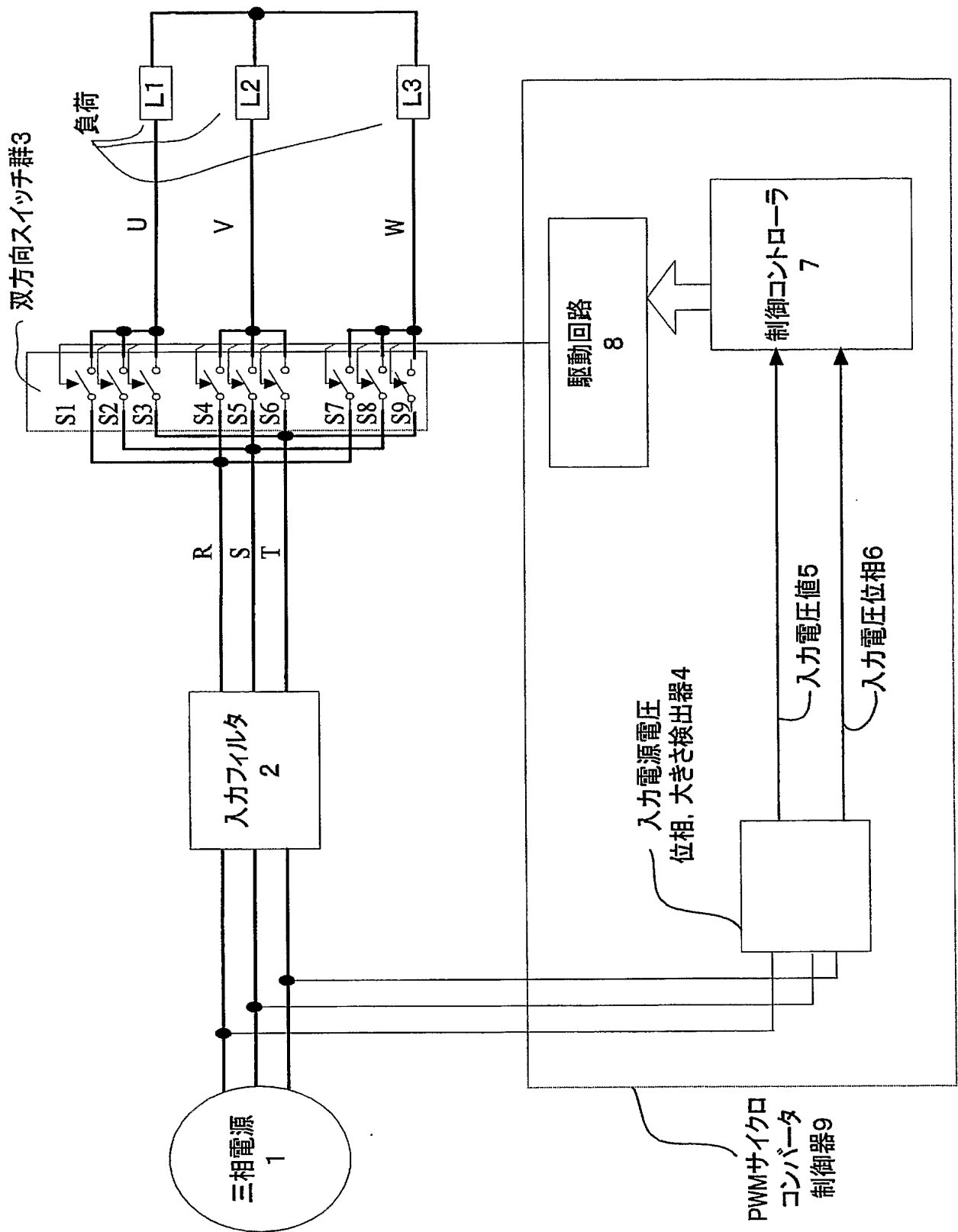
【図 15】従来の PWM サイクロコンバータの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0012】

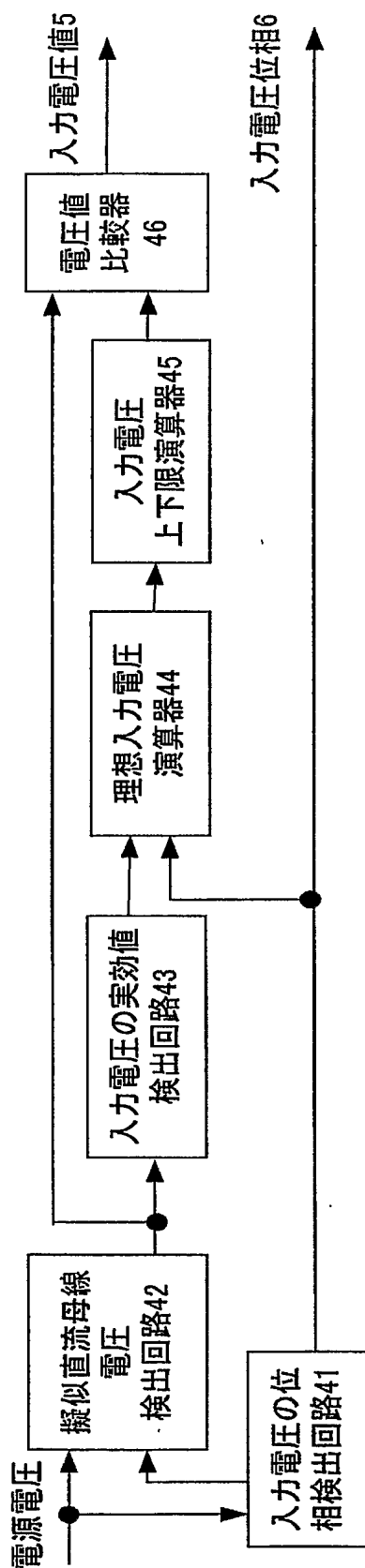
- 1 三相電源
- 2 入力フィルタ
- 3 双方向スイッチ群
- 4 入力電源電圧位相、大きさ検出器
- 5 入力電圧値
- 6 入力電圧位相
- 7 制御コントローラ
- 8 駆動回路
- 9 電源電圧異常信号
- 11 サイリスタ用入力フィルタ
- 12 サイリスタ
- 13 PWM コンバータ用入力フィルタ
- 14 PWM コンバータ
- 15 インバータ
- 41 入力電圧の位相検出回路
- 42 擬似直流母線電圧検出回路
- 43 入力電圧の実効値検出回路
- 44 理想入力電圧演算器
- 45 入力電圧上下限演算器
- 46 電圧値比較器
- 47 入力電圧異常検出回路
- S1～S9 双方向スイッチ
- L1～L5 負荷
- VR, VS, VT 入力電圧
- VMAX 入力電圧最大値
- VMIN 入力電圧最小値

【書類名】 図面
【図 1】

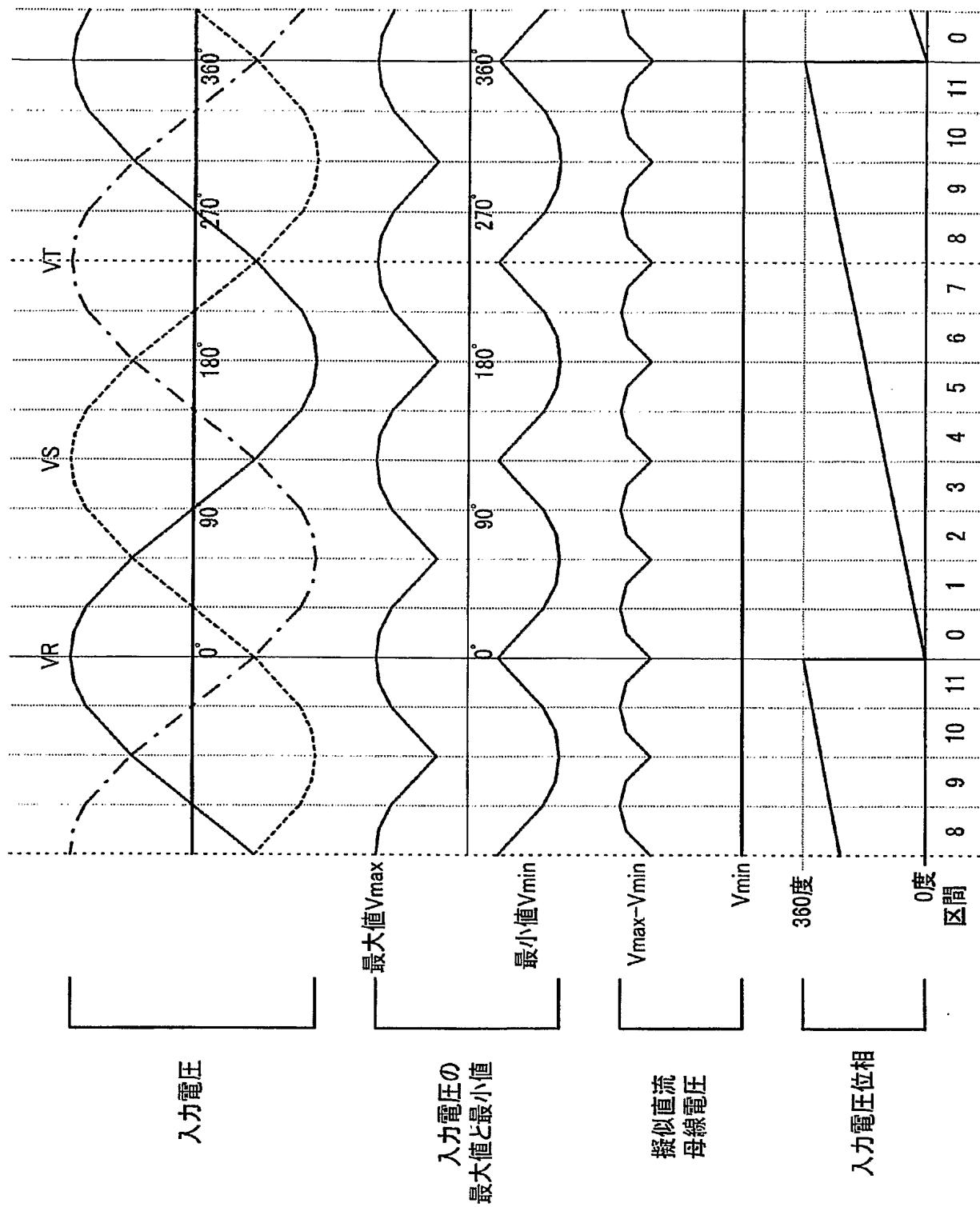


【図 2】

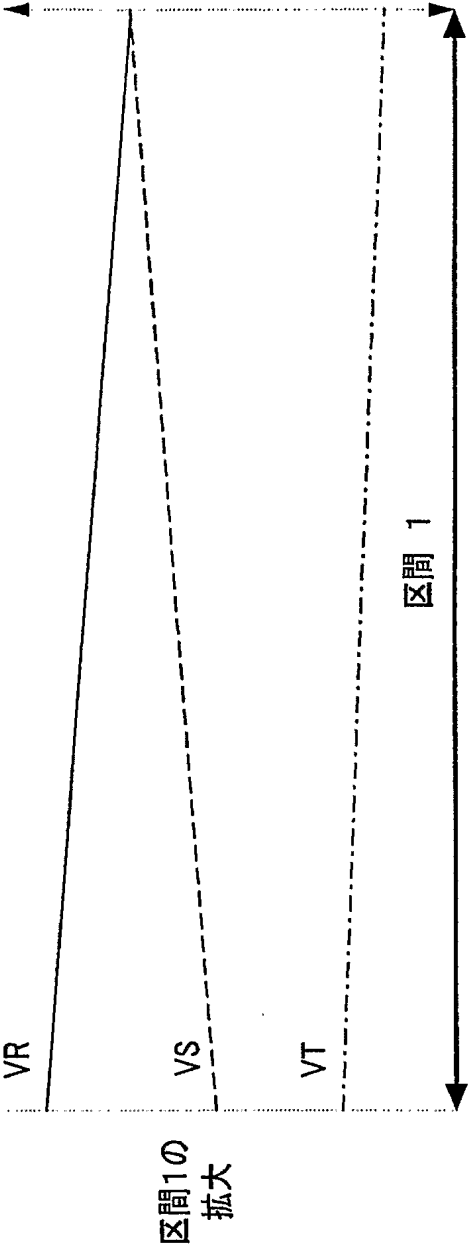
入力電源電圧位相、大きさ検出器4の詳細図



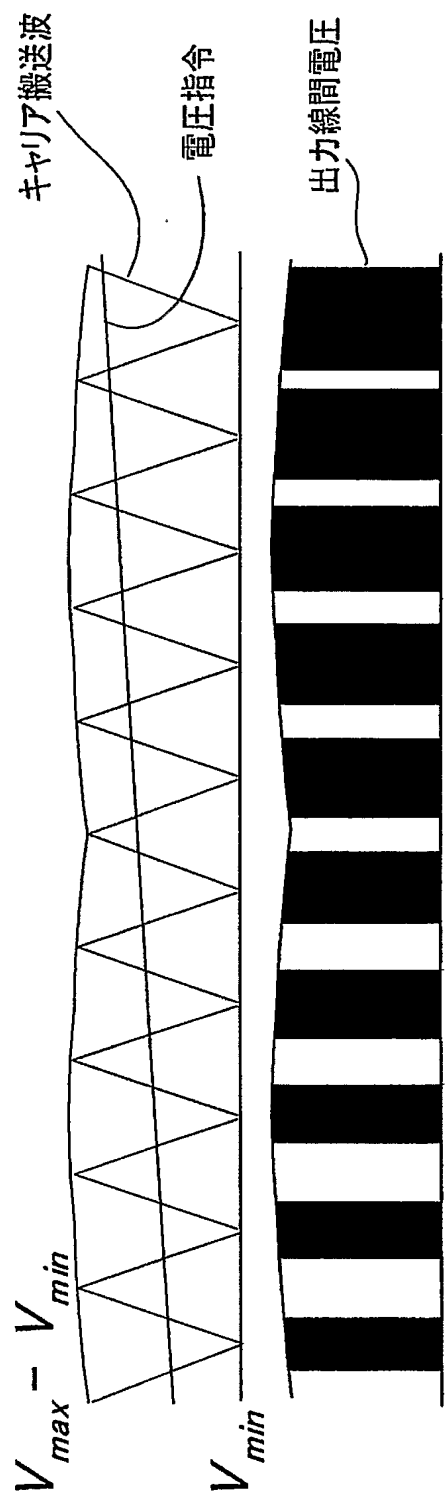
【図 3】



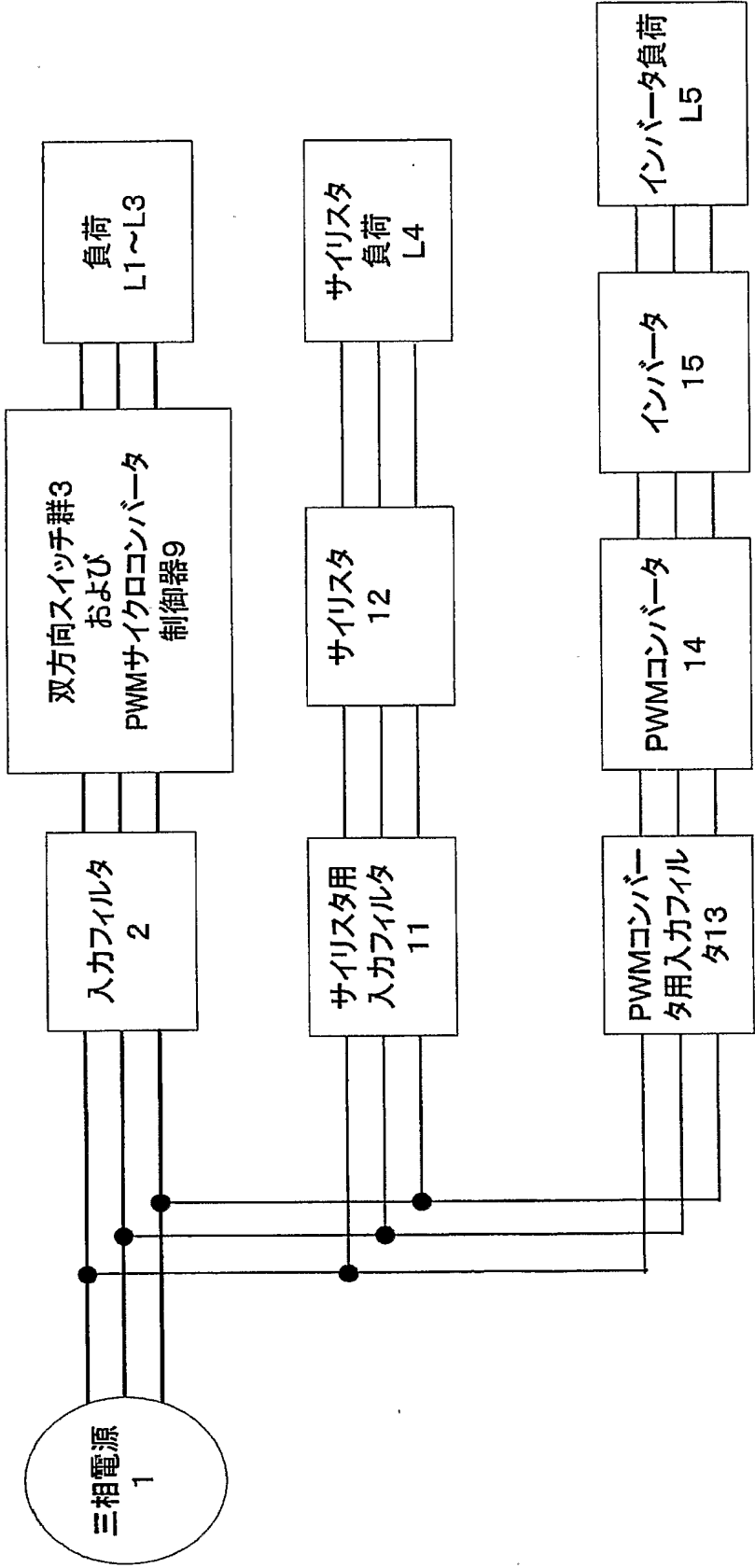
【図 4】



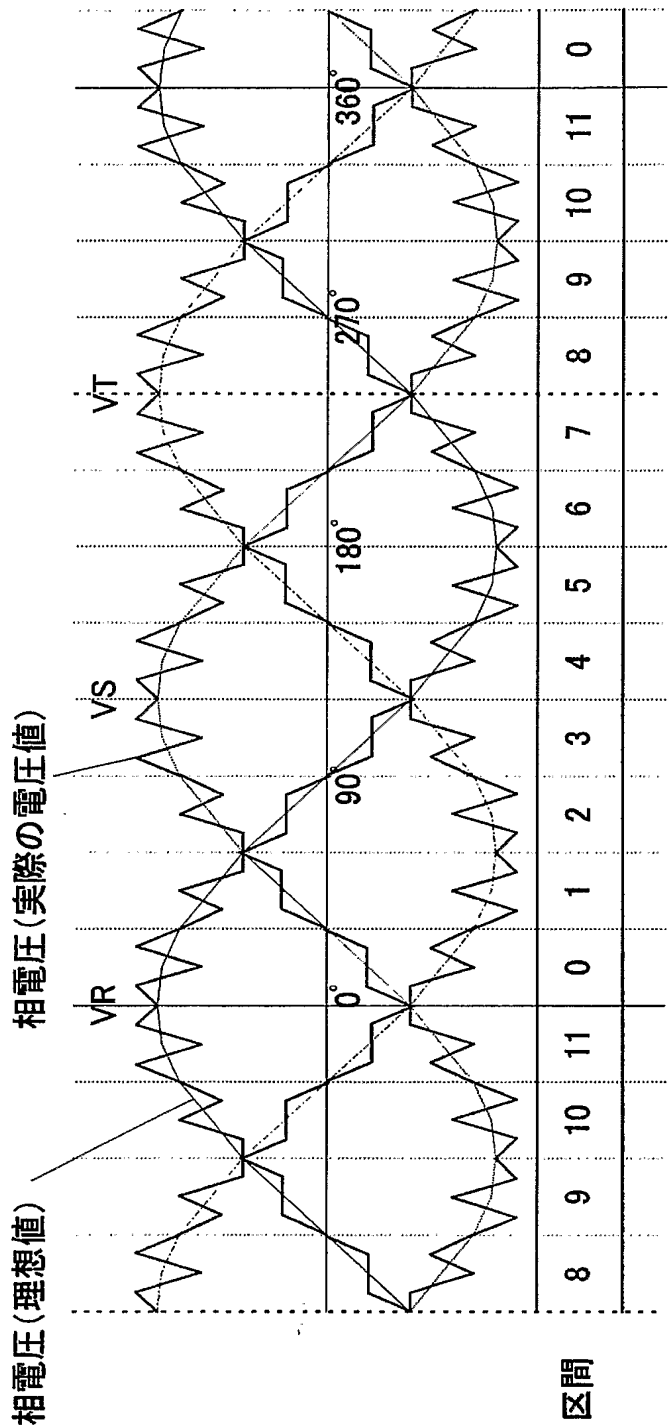
【図 5】



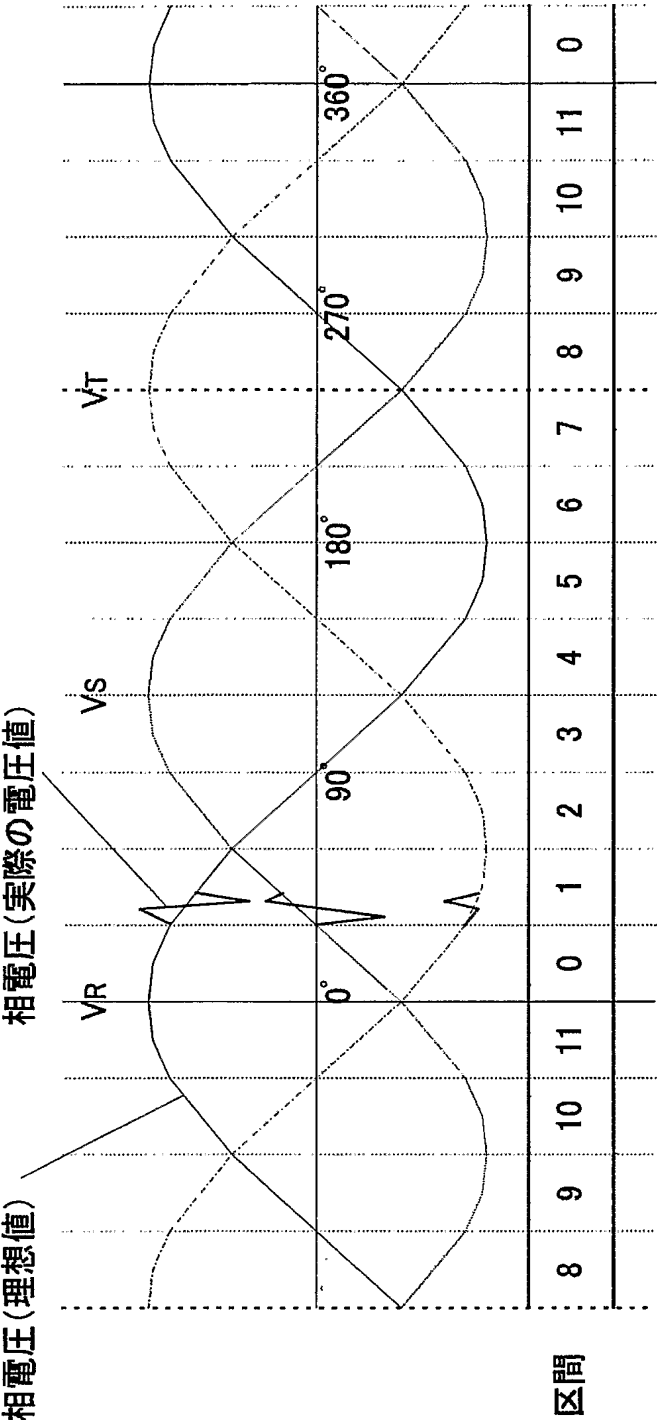
【図 6】



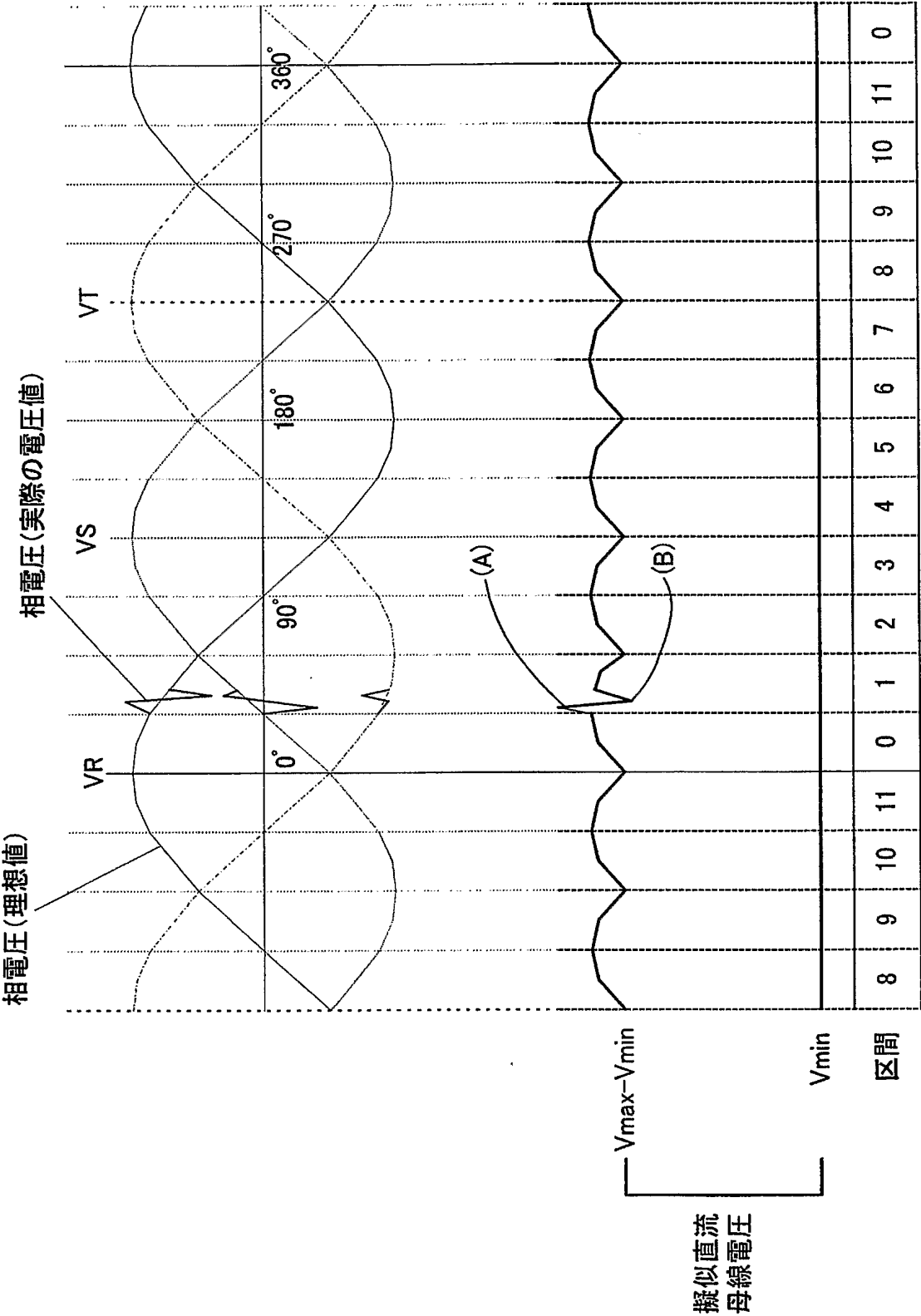
【図7】



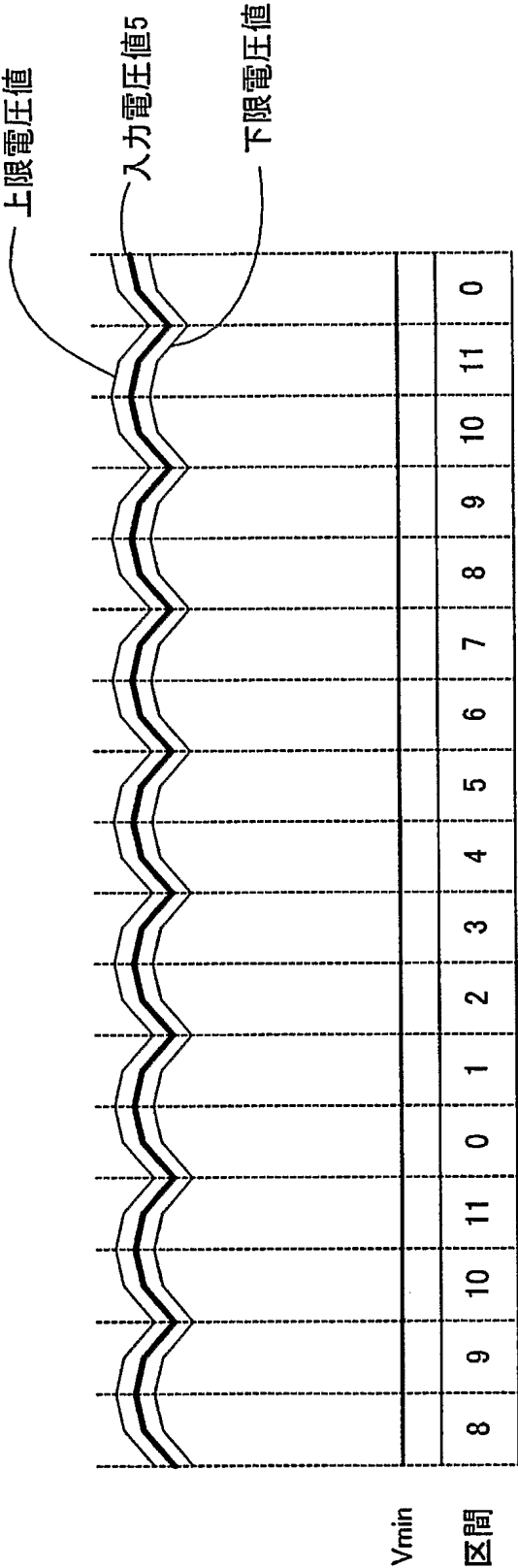
【図 8】



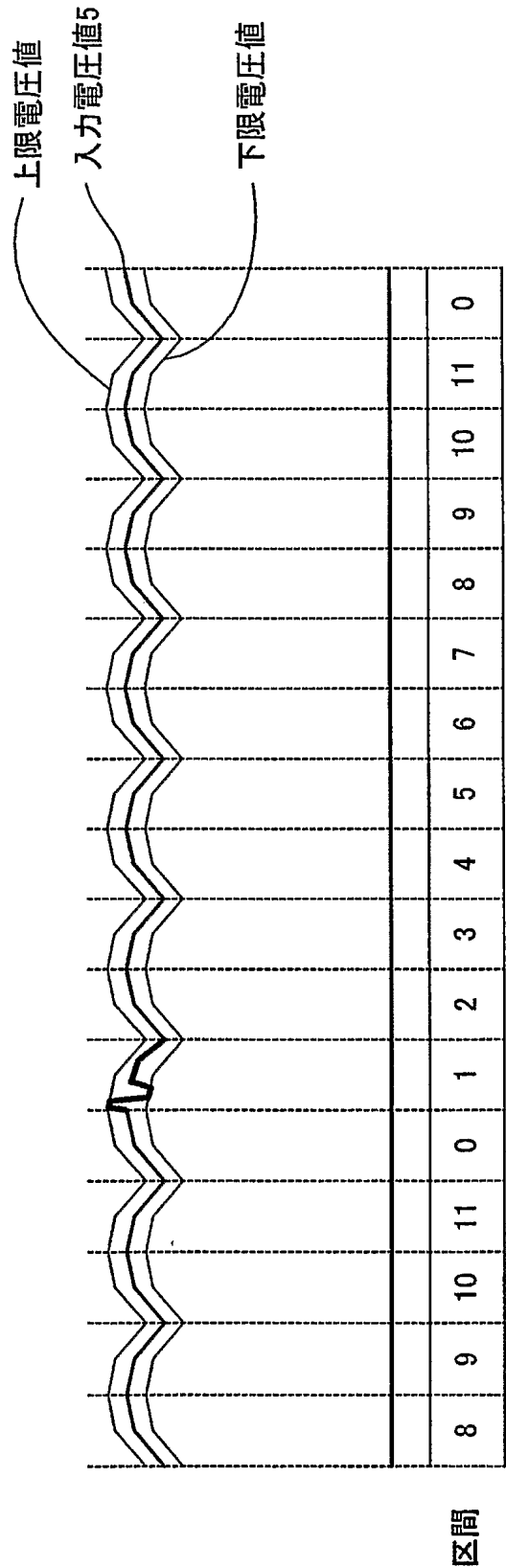
【図9】



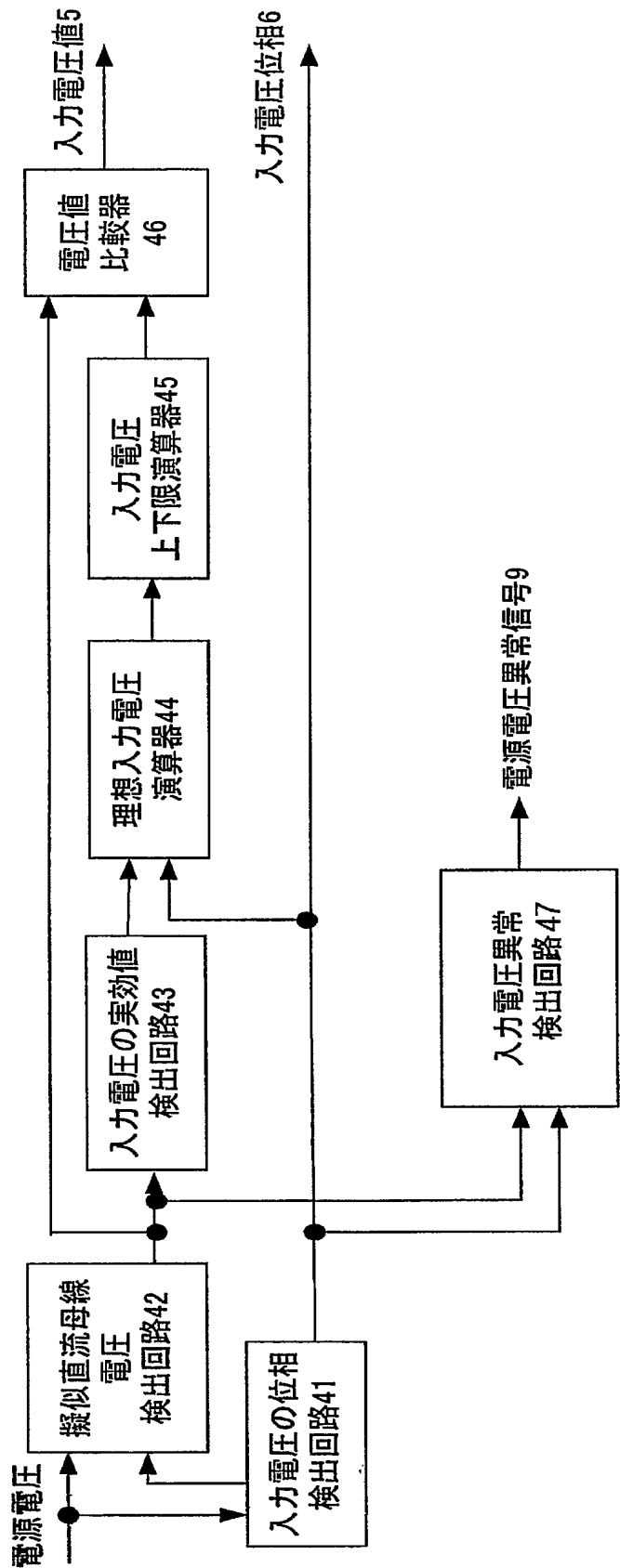
【図 1 0】



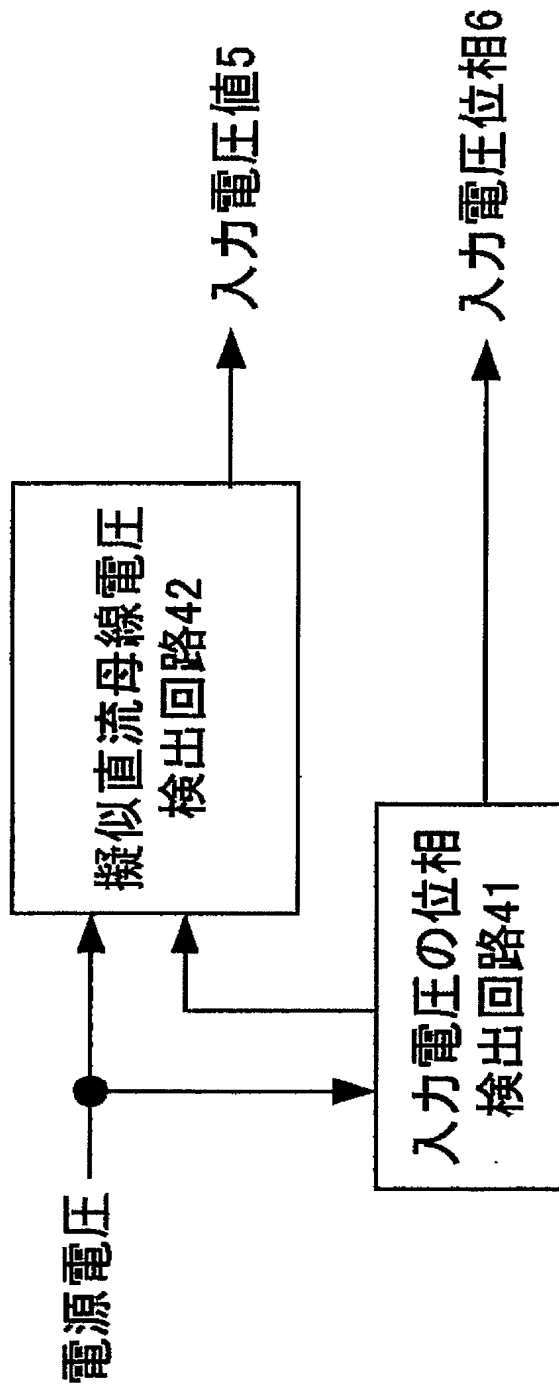
【図 11】



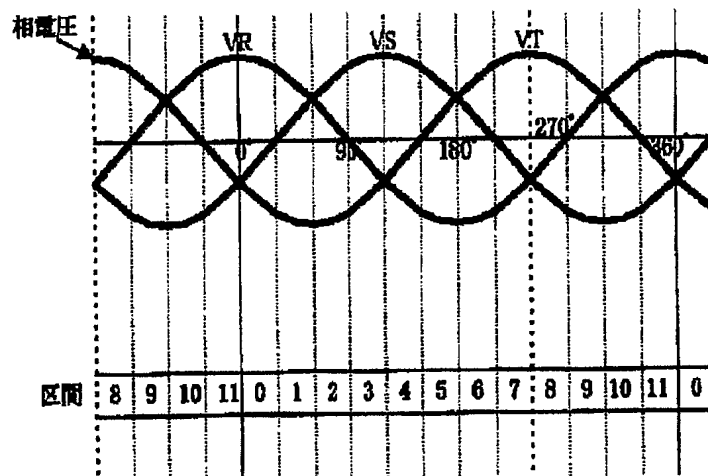
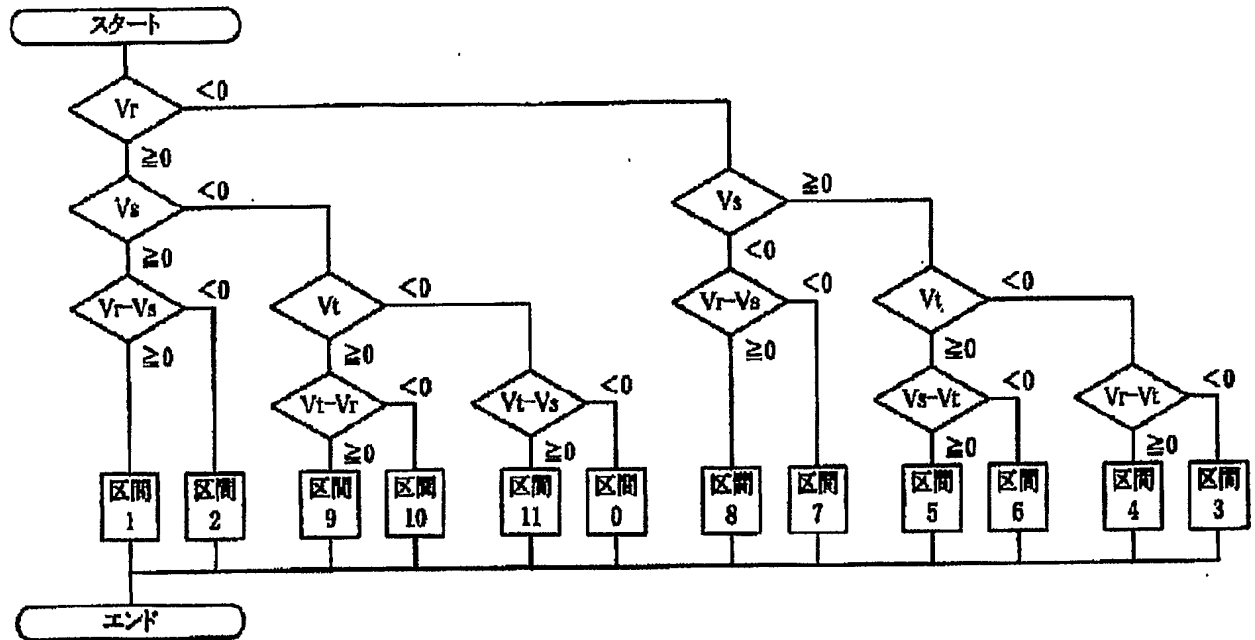
【図 12】



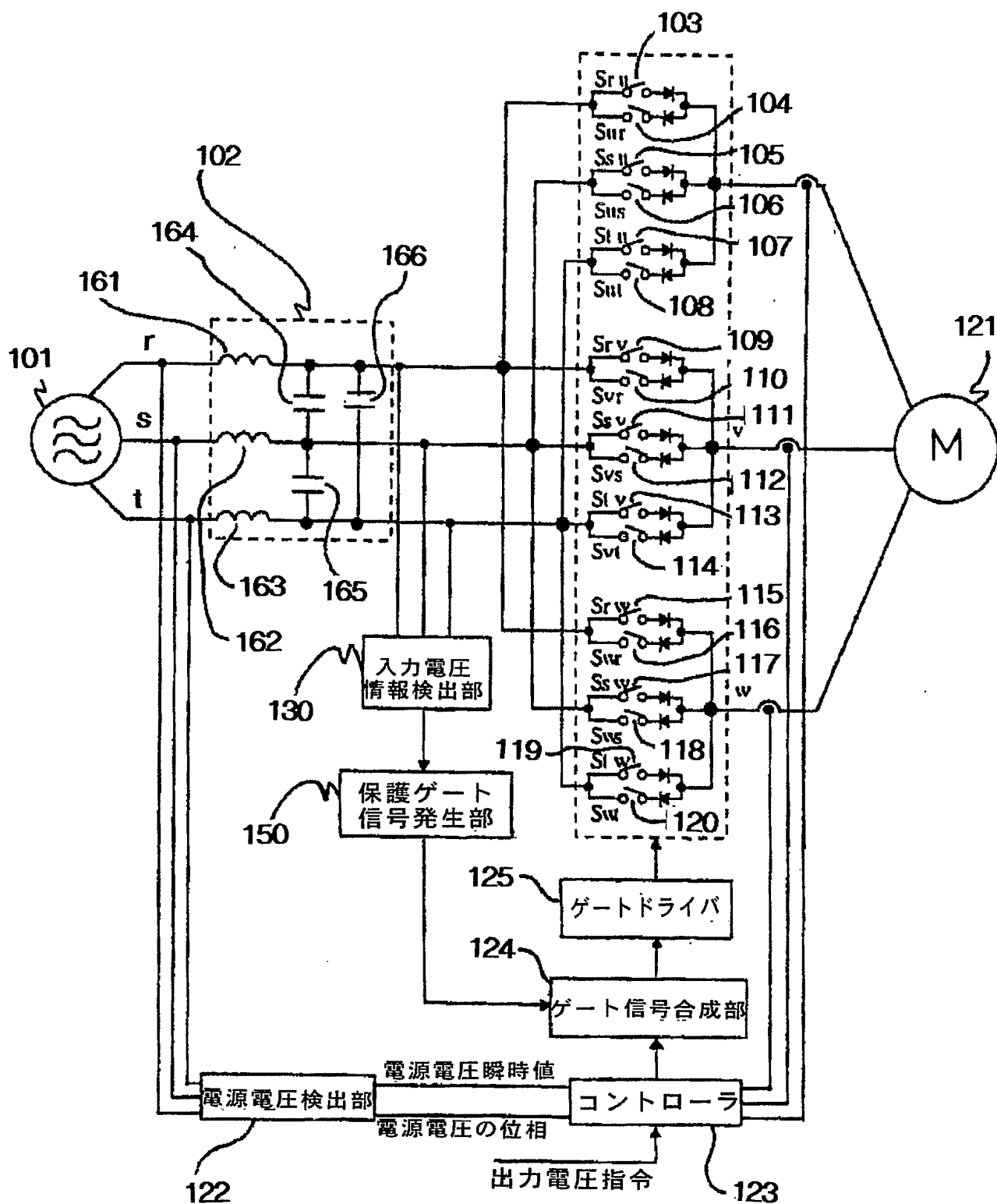
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 P W Mサイクロコンバータにおいて、電源電圧に急激な変動が発生した場合でも、安定して運転を継続できる P W Mサイクロコンバータの入力電圧検出方法を提供する。

【解決手段】 P W Mサイクロコンバータにおいて、三相交流電源の位相検出する入力電源電圧位相検出器 4 1 と三相交流電源の大きさを検出する擬似直流母線電圧検出器 4 2 と擬似直流母線電圧検出器の出力から入力電圧の上下限を演算する入力電圧上下限演算器 4 3 と擬似直流母線電圧検出器で検出された電圧値と入力電圧上下限演算器で演算された上下限値を比較する電圧比較器 4 6 を有し、擬似直流母線電圧検出器で検出された電圧値を入力電圧上下限演算器で演算された上下限値以内になるように電圧比較器の出力を調整する。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 4 2 2 1 4 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 6 2 2]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 9 月 2 7 日
[変更理由]

名称変更
住所変更
住 所 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号
氏 名 株式会社安川電機